

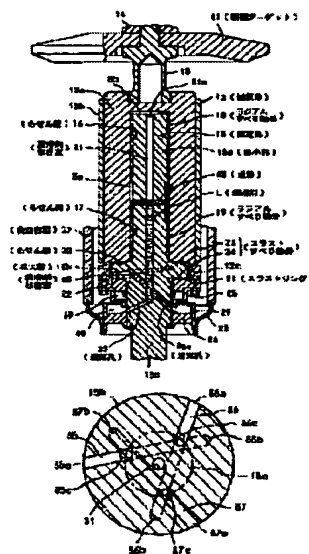
# ROTARY ANODE TYPE X-RAY TUBE

**Publication number:** JP9134690  
**Publication date:** 1997-05-20  
**Inventor:** ONO KATSUHIRO; ABU HIDEO; IDE HIDEKI  
**Applicant:** TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO  
**Classification:**  
- international: H01J35/10; H01J35/00; (IPC1-7): H01J35/10  
- European:  
**Application number:** JP19950289576 19951108  
**Priority number(s):** JP19950289576 19951108

Report a data error here

## Abstract of JP9134690

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a rotary anode type X-ray tube which can smoothly restart rotation at assembling time of the X-ray tube and after rotation is stopped over a long period of time and can maintain stable bearing operation by arranging specific lubricant housing chambers inside a large diameter part of a fixed body. **SOLUTION:** This rotary anode type X-ray tube is provided with a vacuum vessel 27, an almost columnar fixed body 15 which is arranged so as to project between an internal space of the vacuum vessel 27 and has a small diameter part 15a and a large diameter part 15b, an almost cylindrical rotary body 12 which is fitted to the outer periphery of the fixed body 15 by keeping a bearing clearance and whose anode target 11 is fixed to a part, dynamic pressure type radial sliding bearings 18 and 19 constituted between the small diameter part 15a of the fixed body 15 and the rotary body 12, dynamic pressure type thrust sliding bearings 23 and 24 constituted between the large diameter part 15b of the fixed body 15 and the rotary body 12 and a liquid metallic lubricant L to be supplied to the respective sliding bearings and a bearing clearance. Lubricant housing chambers 35, 36 and 37 to house the lubricant L are formed in the large diameter part 15b of the fixed body 15, and these are opened on an outer peripheral wall surface of the large diameter part 15b.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-134690

(43) 公開日 平成9年(1997)5月20日

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

H 0 1 J 35/10

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 1 J 35/10

技術表示箇所

A

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平7-289576

(22) 出願日 平成7年(1995)11月8日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 小野 勝弘

栃木県大田原市下石上1385番の1 株式会

社東芝那須電子管工場内

(72) 発明者 阿武 秀郎

栃木県大田原市下石上1385番の1 株式会

社東芝那須電子管工場内

(72) 発明者 井手 秀樹

栃木県大田原市下石上1385番の1 株式会

社東芝那須電子管工場内

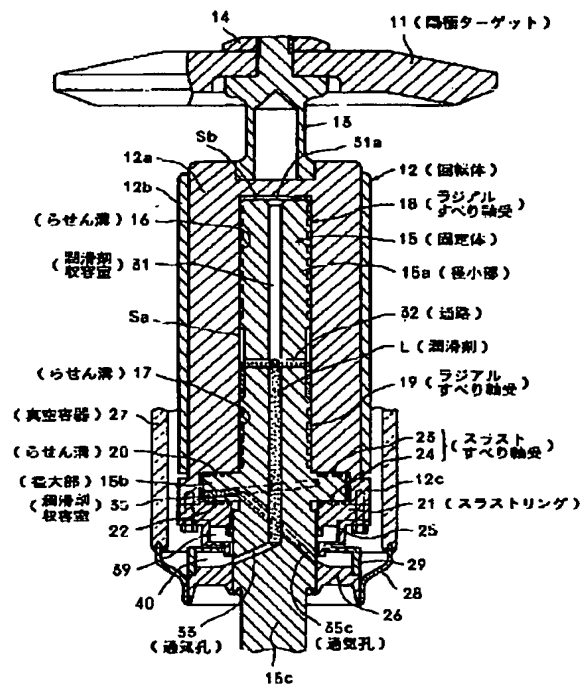
(74) 代理人 弁理士 外川 英明

(54) 【発明の名称】 回転陽極型X線管

(57) 【要約】

【課題】 この発明は、X線管の組立て時や長期の回転停止後の再回転起動がスムーズにでき、安定な軸受動作を維持することができる回転陽極型X線管を提供することを目的とする。

【解決手段】 この発明は、スラストすべり軸受18、19が構成される固定体径大部15bにこの径大部の内部がくり貫かれて液体金属潤滑剤が収容される潤滑剤収容室35、36、37、38が形成され、この潤滑剤収容室が径大部の外周壁面に開口されている回転陽極型X線管である。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 真空容器と、この真空容器の内部空間に突出して設けられ且つ径小部及び径大部を有する概略円柱状の固定体と、この固定体の外周に軸受間隙を保って嵌合され且つ一部に陽極ターゲットが固定された概略円筒状の回転体と、上記固定体の径小部と上記回転体との間に構成された動圧式ラジアルすべり軸受と、上記固定体の径大部と上記回転体との間に構成された動圧式スラストすべり軸受と、上記各すべり軸受及び軸受間隙に供給された液体金属潤滑剤とを具備する回転陽極型X線管において、

上記固定体の径大部に該径大部の内部がくり貫かれて潤滑剤が収容される第一の潤滑剤収容室が形成され、該潤滑剤収容室は前記径大部の外周壁面に開口されていることを特徴とする回転陽極型X線管。

【請求項2】 固定体の径大部に形成された潤滑剤収容室は、複数個独立して形成されている請求項1記載の回転陽極型X線管。

【請求項3】 複数個の潤滑剤収容室は、回転中心軸及びその近傍を避けた位置に形成されている請求項2記載の回転陽極型X線管。

【請求項4】 潤滑剤収容室は、すべり軸受部を経ない通気孔により真空容器の内部空間に連通されている請求項1記載の回転陽極型X線管。

【請求項5】 固定体に回転中心軸に沿う方向に延びる第二の潤滑剤収容室が形成され、固定体の径大部に形成された第一の潤滑剤収容室と分離して形成されている請求項1記載の回転陽極型X線管。

【請求項6】 第一の潤滑剤収容室と第二の潤滑剤収容室とは、各々独立して通気孔により真空容器の内部空間に連通されている請求項5記載の回転陽極型X線管。

【請求項7】 固定体の径大部に形成された潤滑剤収容室は、回転中心軸に垂直な面に対して斜め方向に延長された穴で構成されている請求項1、又は請求項2記載の回転陽極型X線管。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、回転陽極型X線管に関する。

## 【0002】

【従来の技術】回転陽極型X線管は、周知のように、軸受部を有する回転体および固定体で円盤状の陽極ターゲットを支え、真空容器外に配置したステータの電磁コイルを付勢し高速回転させながら、陰極から放出した電子ビームを陽極ターゲット面上に当ててX線を放射させる。軸受部は、ボールベアリングのようなころがり軸受や、軸受面にらせん溝を形成するとともにガリウム(Ga)、又はガリウム-インジウム-錫(Ga-In-Sn)合金のような液体金属潤滑剤を軸受間隙に満たした動圧式すべり軸受で構成される。

【0003】後者の動圧式すべり軸受を用いた回転陽極型X線管として、ラジアルすべり軸受を径小部に構成し、スラストすべり軸受を径大部に構成した回転陽極型X線管は、例えば特公平3-77617号や特開平2-244545号、特開平2-227947号、或いは特開平2-227948号の各公報等に開示されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記各公報に開示されている回転陽極型X線管では、らせん溝を有する動圧すべり軸受部の相嵌合する軸受面が、例えば20 $\mu$ m程度の微小な軸受間隙を保つように構成され、らせん溝および軸受間隙に液体金属潤滑剤が充填される。この潤滑剤が軸受間隙の全体にくまなく行き渡らないと、当然のことながら、すべり軸受の動圧が十分得られず、安定な動圧すべり軸受の動作が維持できなくなる。そして、極端な場合は軸受面同士がかじり合いを起こし、回転不能状態や破損を引き起こすおそれがある。このような不都合な現象を未然に防止し、長時間の動作でも軸受部に必要十分量の液体金属潤滑剤が供給されるようにするため、軸受部に連通する潤滑剤収容室すなわちリザーバが設けられる。

【0005】ところで、径大部にスラストすべり軸受が構成された回転陽極型X線管において、その回転中心軸に垂直な2つの軸受面のうちの一方が密着した状態で回転停止される場合がある。すなわち、回転軸の方向が重力の方向とほぼ同じ方向になった状態で停止すると、片方のスラスト軸受の回転体及び固定体の軸受面は回転陽極構造体の重力によって密着する。これら軸受面間に液体金属潤滑剤が確実に介在すれば、次に回転を始める際にかじり合いが発生するおそれは少ないが、X線管の製造過程や長期に停止させると、この密着したスラスト軸受面間に液体金属潤滑剤が介在しない部分が起こり得る。それによって、スムーズな回転駆動ができず、極端な場合は軸受の破損を起こすおそれがある。

【0006】この発明は、以上のような不都合を解消し、X線管の組立て時や長期の回転停止後の再回転駆動がスムーズにでき、安定な軸受動作を維持することができる回転陽極型X線管を提供することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】この発明は、スラストすべり軸受が構成される固定体径大部にこの径大部の内部がくり貫かれて液体金属潤滑剤が収容される潤滑剤収容室が形成され、この潤滑剤収容室が径大部の外周壁面に開口されている回転陽極型X線管である。

## 【0008】

【発明の実施の形態】以下その実施例を図1乃至図5を参照して説明する。なお同一部分は同一符号であらわす。重金属からなる円盤状陽極ターゲット11が、概略有底円筒状の回転体12の一端に突設された回転軸13にナット14により一体的に固定されている。回転体1

2は、鉄合金からなる内側円筒12a、及び銅からなる外側円筒12bが二重に嵌合固着されている。この回転体12の内側には、鉄合金からなる概略円柱状の固定体15が挿入されている。

【0009】固定体15は、図示上方が直径の小さい径小部15a、下方の途中が直径の大きい径大部15b、下端が陽極支持部15cになっている。そして、回転体12と固定体15との嵌合部分には、前述の各公報に示されるような動圧式のらせん溝すべり軸受が構成されている。すなわち、径小部15aの外周面には2対のヘリンボンパターンらせん溝16、17が形成されていて、回転体の内側円筒12aの内周面とともに動圧式のラジアルすべり軸受18、19を構成している。また、固定体の径大部15bの上面にはサークル状にヘリンボンパターンらせん溝20が形成されている。回転体の内側円筒12aの下端開口部12cを実質的に閉じるようにスラストリング21がねじ止めされており、固定体径大部15bの下面に接するこのスラストリング21の上面に同じくサークル状にヘリンボンパターンらせん溝22が形成されている。これら2組のらせん溝20、22、及びそれに接する回転体の軸受面により、動圧式のスラストすべり軸受23、24が構成されている。これら回転体及び固定体の各軸受面は、動作時におよそ20～30 $\mu$ mの範囲の軸受間隙を保つようになっている。

【0010】スラストリング21には、固定体15を微小間隙G1を保って取り巻き液体金属潤滑剤の漏出を防止するための円筒部21aが一体的に設けられている。さらにこのスラストリング21の下方には、同じく潤滑剤漏出防止用の微小間隙G2を保って半断面略クランク状の第1潤滑剤トラップリング25が固定され、その内側に第1の潤滑剤トラップ空胴39が構成されている。これらスラストリング21、第1潤滑剤トラップリング25は、上述のように回転体12に一体的に固定されてこの回転体の開放側端部を構成している。そしてこの実施例では、2箇所に液体金属潤滑剤の外部漏出防止用の微小間隙G3を保って固定体15のまわりを取り巻いている。

【0011】潤滑剤漏出防止用の微小間隙G1、G2は、すべり軸受部の軸受間隙(20～30 $\mu$ m)よりも少し大きく且つ100 $\mu$ m以下の範囲の半径方向の寸法である。これら微小間隙G1、G2がこの寸法よりもあまり大きいと、万一、すべり軸受から液体金属潤滑剤が漏れ出てきた場合、この間隙から真空容器内空間への漏出防止の効果が十分得られない。

【0012】固定体15の下端部すなわち陽極支持部15cには、封止用補助リング26が気密溶接され、これに真空容器27の封着用金属リング28が気密溶接されている。封止用補助リング26には、液体金属潤滑剤の外部漏出を防止するための第2の潤滑剤トラップリング29が固着され、その内側に第2の潤滑剤トラップ空胴

40が構成されている。こうして、万が一にも、固定体と回転体との下端部の微小間隙G1、G2を経て液体金属潤滑剤が漏出した場合は、これらトラップ空胴内に潤滑剤が捕捉されて真空容器の内部空間には漏出、飛散しないようになっている。なお、第2の潤滑剤トラップ空胴40は、円周状の微小間隙G3を介して真空容器の内部空間に連通している。

【0013】さて、固定体15は、その径小部15aに形成された2組のラジアルすべり軸受用らせん溝16、17の間の中間領域がやや細くなっており、回転体との間に円周状空間Saが構成されている。そして、固定体15にはその中心軸部が軸方向に沿ってくり抜かれた直径が3mmの穴からなる潤滑剤収容室31が設けられている。この潤滑剤収容室31の図示上端開口31aは、図示上部の空間Sbを介してラジアルすべり軸受18に連通している。また、この潤滑剤収容室31から円周状空間Saに通じる4つの放射方向通路32が90度間隔で対称的に形成されている。それによって、潤滑剤収容室31は放射方向通路32を経て円周状空間Saに通じ、さらにそれを経て図示上下にある2組のラジアル軸受18、19に連通している。

【0014】潤滑剤収容室31の下端部は、そこから第2潤滑剤トラップ空胴40に開口するように斜めに形成された第1の通気孔33に連通している。この通気孔33は、直径が例えば1.5mmで、その内部に図3に示すような形状のロッド34が挿入されている。このロッド34は、モリブデンや銅、或いは鉄合金のような、液体金属潤滑剤でよく濡れ且つ反応する材料で形成され、通気孔33に密に嵌合する外径寸法になっている。このロッド34はまた、外周壁の一部がわずかに面取りされて切欠き部34aが形成されている。これによって、通気孔33の横断面積が実質的に狭められ、液体金属潤滑剤の表面張力との兼ね合いでこの通気孔から潤滑剤が直接漏出する事が防止される。なおロッド34は、任意の材料を芯としてその表面部に液体金属潤滑剤でよく濡れ且つ反応する被膜が付着されたものであってもよい。

【0015】さて、固定体径大部15bには、その外周壁面から内部の途中に向かって各々独立して穿設された直径が3mmの穴からなる3個の潤滑剤収容室35、36、37が形成されている。なお、固定体径大部の外周壁面とそれを取りまく回転体下端部12cの内周壁面との間は、0.5mm程度の半径方向の寸法を有する円周状空間Scになっている。3個の潤滑剤収容室35、36、37は、中心軸上に形成されたもう一つの潤滑剤収容室31を避けて延長され互いに分離して形成されている。またこれら3個の潤滑剤収容室35、36、37は、回転中心軸に垂直な面に対して斜め方向に延長されている。すなわちこの実施例では、各潤滑剤収容室35、36、37の開口35a、36a、37aがスラストリング21に近い方に位置し、内部端35b、36

b, 37bがスラストリング21から遠い方に延長されている。そして、各潤滑剤収容室は、各々の途中から第2潤滑剤トラップ空胴40に開口するように斜めに形成された第2の通気孔35c, 36c, 37cに連通している。これら第2の通気孔は、直径が例えば1.5mmで、第1の潤滑剤収容室31やそれに連通する通気孔33を避けて穿設されている。この通気孔33には、その一部の横断面4aを拡大して示すように、内部にやはり図3に示すものと同様の形状からなるロッド35d（他は図示を省略）がそれぞれ密に挿入されている。これらロッドは、やはりモリブデンや銅、或いは鉄合金のような、液体金属潤滑剤でよく濡れ且つ反応する材料で形成され、通気孔に密に嵌合する外径寸法になっている。これらロッドはまた、外周壁の一部がわずかに面取りされて切欠き部35e（他は図示を省略）が形成されていて、各通気孔の横断面積を実質的に狭め、この通気孔から潤滑剤が直接漏出することが防止される。なお各ロッドは、やはり任意の材料を芯としてその表面部に液体金属潤滑剤でよく濡れ且つ反応する被膜が附着されたものであってもよい。なお、図1には各ロッド34, 35dは図示を省略している。

【0016】各軸受部分や軸受間隙、第1の潤滑剤収容室31、第2の潤滑剤収容室35, 36, 37、放射方向通路32、及び内部の各空間Sa, Sb, Scには、図1に示すように、Ga合金のような液体金属潤滑剤Lが供給される。なお、図2、図4及び図5には、図が不鮮明になることを避けるため、潤滑剤は示していない。潤滑剤の充填量は、好ましくは、上記の各軸受部分や軸受間隙、潤滑剤収容室、放射方向通路、及び各内部空間を含む空間容積の20%乃至80%の範囲、例えばおよそ50%に相当する体積の量である。

【0017】この実施例の回転陽極型X線管の組立てにおいて、そのとくに潤滑剤を各部に供給する工程では、好ましくは図6に示すように行う。すなわち、図示しない真空ベルジャ内に回転体12、固定体15、スラストリング21、及び封止用補助リング26等を鉛直方向に配列する。そして、回転体12の内部に所定量の潤滑剤Lを注入する。また、固定体径大部15bの3個の潤滑剤収容室35, 36, 37の内部にそれぞれ所定量の潤滑剤Lを注入する。この場合、潤滑剤Lが斜めの各収容室の開口から流出しないことはもちろん、各通気孔の各収容室に開口している各内部開口を塞がない量にする。

【0018】この状態で各部から不所望なガスを放出させ、回転体12の内部に固定体15をゆっくり挿入する。それによって、回転体の内部に注入した潤滑剤Lは、各軸受部分や中心軸上の潤滑剤収容室31、放射方向通路32、或いは各内部空間に流動する。その後、スラストリング21を回転体にねじ止めし、さらに固定体と封止用補助リング26を溶接する。

【0019】また、排気工程では、図6と同様に、封止

用補助リング26の方を上方に向けて鉛直に配置し、排気を行う。それによって、いずれの潤滑剤収容室に連通する通気孔の開口も上方に向いて位置しているので、各軸受部分や収容室、各内部空間等で発生するガスは通気孔を通して能率よく外部に排出される。そしてその際、潤滑剤がガス気泡とともに真空容器の内部空間に押し出されることがほとんどない。

【0020】このように組立てて完成した回転陽極型X線管では、ラジアルすべり軸受とスラストすべり軸受とが、ごくわずかな軸受間隙でつながるとはいえ、ほぼ分離独立した軸受を構成し、各々の軸受部分にはそれぞれ対応する潤滑剤収容室から液体金属潤滑剤が供給される。したがって、どの軸受も潤滑剤の枯渇が起こるおそれがない。そのため、ほぼ設計通りの軸受動作性能が発揮されるとともに、X線管の組立て時や長期の回転停止後の再回転起動がスムーズにでき、安定な軸受動作が維持される。

【0021】なお、この発明によれば、排気工程やその後の任意の方向の設置状態でのエージング工程等を経るなかで、各潤滑剤収容室から通気孔に入り込む一部の潤滑剤は、通気孔の内壁、或いは、ロッドがある場合にはこのロッドの表面に付着して徐々に反応が進行し、反応物の堆積で通気孔が密閉される場合もある。このように各通気孔が閉塞されれば、それによってX線管の動作中に潤滑剤収容室から通気孔を経て液体金属潤滑剤が直接漏出することが確実に防止されることも期待できる。

【0022】なおまた、固定体径大部に形成する潤滑剤収容室は、3個を内部で互いに連通させて実質的に1個として構成してもよく、あるいはまた、各潤滑剤収容室の斜めの延長方向を上記実施例とは逆の方向に傾斜させてもよい。さらにはまた、固定体径大部の潤滑剤収容室からスラストすべり軸受のらせん溝領域に開口する潤滑剤通路を形成してもよい。

【0023】図7及び図8に示す実施例は、固定体15の中心軸部分に軸受部を冷却するための冷媒を循環させる穴41を形成したものである。この冷媒循環用穴41には、パイプ42を挿入してあり、X線管の動作時にこのパイプから矢印のように冷媒を循環させる。また、固定体15には4個の潤滑剤収容室31, 31, ...が回転軸方向に沿って穿設されており、これらは各内部空間Sa, Sbや放射方向通路32, ...を介してラジアルすべり軸受18, 19に連通している。

【0024】そこで、固定体の径大部15bには、斜め方向に内部に延びる4個の潤滑剤収容室35, 36, 37, 38が冷媒循環用穴41及び別の潤滑剤収容室31を避けて穿設されている。これら4個の潤滑剤収容室35, 36, 37, 38は、上記実施例と同様に、通気孔35c, 36c, 37c, 38cを介して第2潤滑剤トラップ空胴40に連通している。なお、図7及び図8には、図の煩雑化を避けて、各潤滑剤収容室及び通気孔の

位置関係や断面を模式的に描いてある。

【0025】この実施例によれば、固定体の内部を有効に活用して冷媒通路や潤滑剤収容室、通気孔を形成し、軸受部分の温度上昇を抑制するとともに潤滑剤の漏れを伴わずに各軸受への潤滑剤の供給が安定的に達成される。

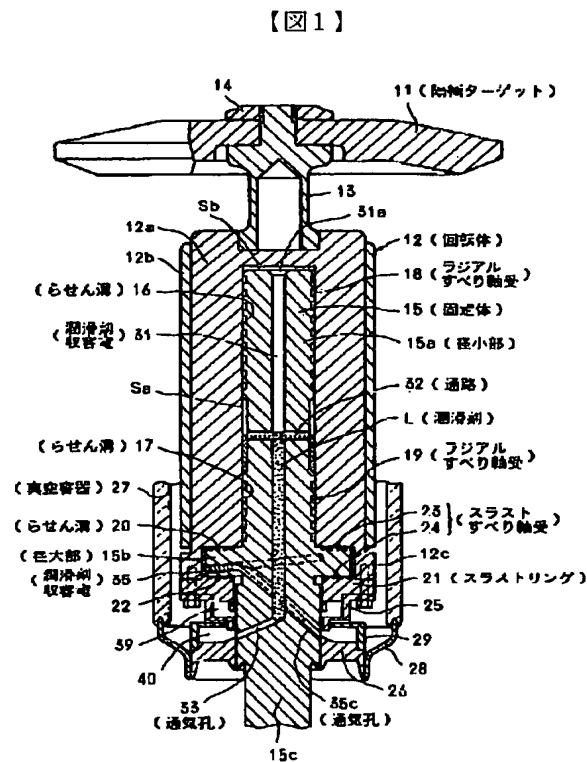
【0026】なお、金属潤滑剤は、Ga、Ga-In合金、あるいはGa-In-Sn合金のようなGaを主体とするものが使用できるが、それに限らず、例えばビスマス(Bi)を相対的に多く含むBi-In-Pb-Sn合金、あるいはInを相対的に多く含むIn-Bi合金、又はIn-Bi-Sn合金を使用し得る。これらは融点が室温以上であるので、陽極ターゲットを回転させる前に金属潤滑剤をその融点以上の温度に予熱したうえで回転させることが望ましい。

【0027】

【発明の効果】以上説明したようにこの発明によれば、X線管の組立て時や長期の回転停止後の再回転起動がスムーズにでき、安定な軸受動作を維持することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施例を示す要部縦断面図。



【図2】図1の一部拡大図。

【図3】図2の要部を示す斜視図。

【図4】図1のものの要部断面図。

【図5】図4の5-5における横断面図。

【図6】図1の潤滑剤供給工程を示す要部分解縦断面図。

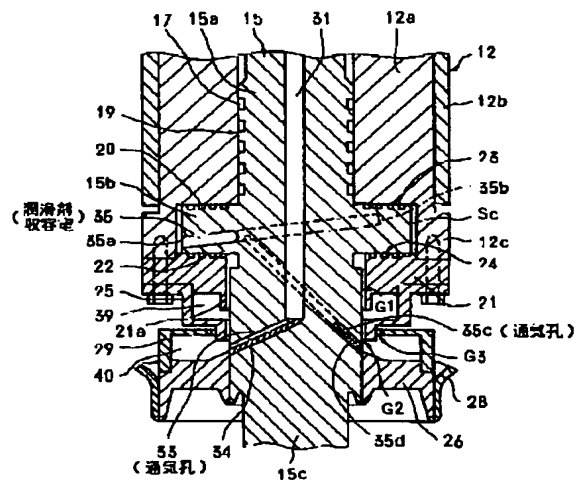
【図7】この発明の他の実施例を示す要部縦断面図。

【図8】図7の8-8における要部横断面図。

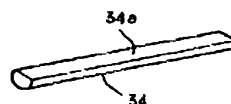
【符号の説明】

- 11…陽極ターゲット
- 12…回転体
- 15…固定体
- 15a…固定体径小部
- 15b…固定体径大部
- 16, 17, 20, 22…らせん溝
- 18, 19…ラジアルすべり軸受
- 23, 24…スラストすべり軸受
- 27…真空容器
- 31…中心軸方向の潤滑剤収容室
- 35, 36, 37, 38…固定体径大部の潤滑剤収容室
- 32, 35c, 36c, 37c, 38c…通気孔
- L…液体金属潤滑剤

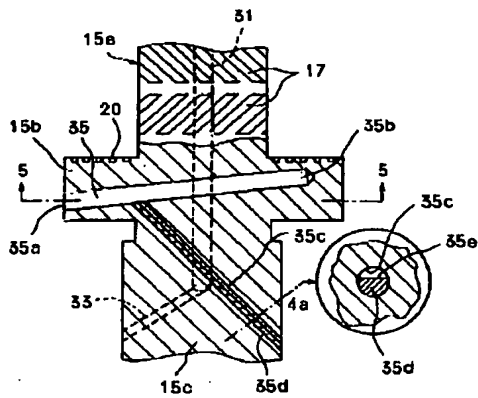
【図2】



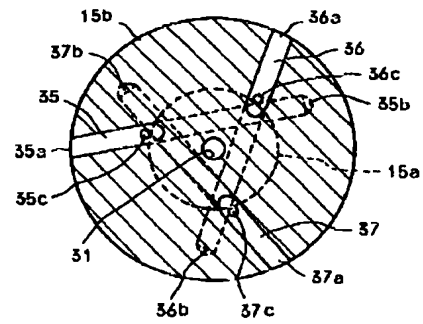
【図3】



【図4】

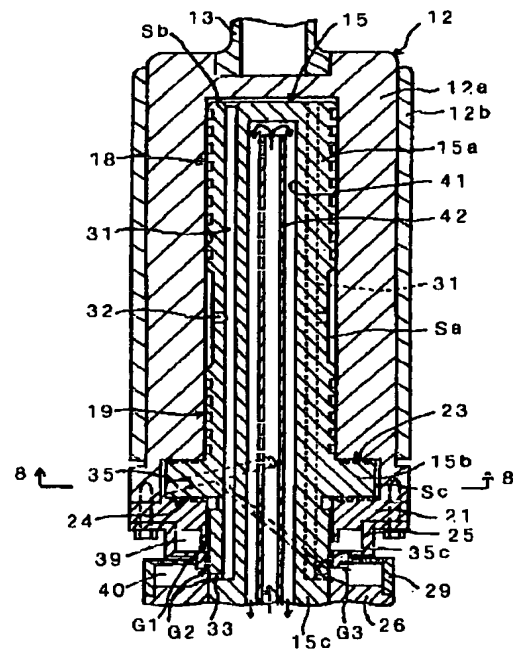
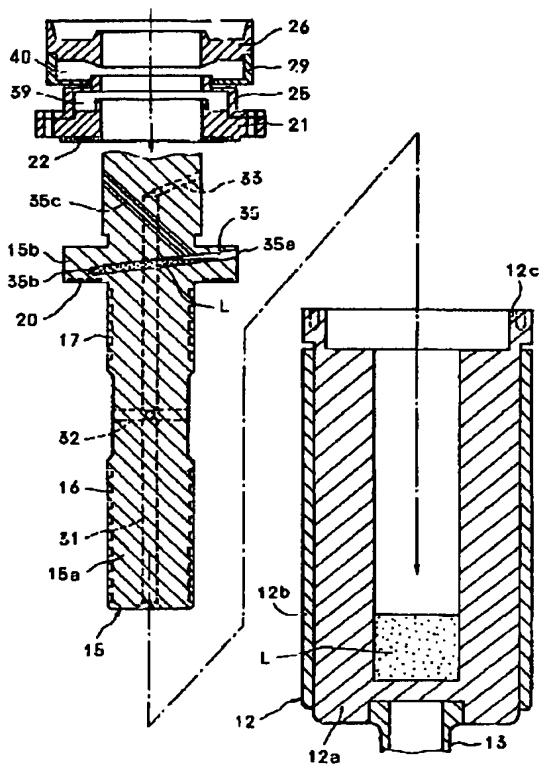


【図5】

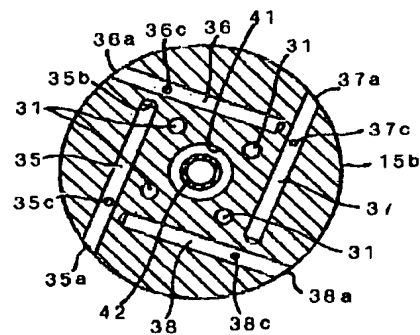


【図7】

【図6】



【図8】

Docket # HK-780Applic. # 10/695,365

Applicant: \_\_\_\_\_

Lerner Greenberg Steiner LLP  
 Post Office Box 2480  
 Hollywood, FL 33022-2480  
 Tel: (954) 925-1100 Fax: (954) 925-1101